

De RWZI als waterfabriek – kansen en knelpunten voor de verbetering van waterbeschikbaarheid op regionale schaal

Henk Krajenbrink, Sija Stofberg (KWR), Harald ten Dam (Hoogheemraadschap van Delfland), Ferdinand Kiestra (waterschap Aa en Maas), Michelle Talsma (STOWA)

De druk op de zoetwatervoorraad in Nederland neemt toe. Hergebruik van gezuiverd restwater (effluent) is een optie om de regionale beschikbaarheid van zoetwater te vergroten: RWZI's kunnen dienen als waterfabrieken. KWR en STOWA hebben aan de hand van twee casusstudies de mogelijkheden verkend van regionaal grootschalig effluenthergebruik. Hiermee is een handelingskader opgesteld waarmee verkenningen op andere locaties eenvoudig kunnen worden uitgevoerd. De potentie van effluenthergebruik is hoog uit het oogpunt van waterkwantiteit, maar het is essentieel de doorwerking ervan in het hele watersysteem inzichtelijk te maken.

Nederland is in de recente droge jaren geconfronteerd met een toenemende druk op het beschikbare zoete water. De watervraag als gevolg van menselijk handelen neemt toe, onder andere voor drinkwaterwinning en landbouw. Tegelijkertijd hebben we te maken met toenemende perioden van droogte als gevolg van klimaatverandering. De combinatie van beide ontwikkelingen leidt tot toenemende druk op de zoetwaterbeschikbaarheid voor zowel menselijk gebruik als ecosystemen. Waterbeheerders staan voor de opgave om zoetwatervoorraden duurzaam te beheren en verantwoord te benutten, om zo de zoetwaterbeschikbaarheid voor de toekomst veilig te stellen.

Om de risico's van een toenemende druk op het grond- en oppervlaktewater beheersbaar te maken, worden strategieën ontwikkeld om de zoetwatervoorziening op de lange termijn te waarborgen. Een van de pijlers van deze strategieën is het verhogen van de regionale zelfvoorziening in de zoetwatervraag, zodat de beschikbare waterbronnen efficiënter worden benut. Waterhergebruik wordt steeds meer gezien als een kansrijke optie om deze zelfvoorziening te bewerkstelligen. Waterschappen werken aan verdergaande zuivering van effluent, waardoor RWZI's als 'waterfabrieken' kunnen gaan dienen: de kwaliteit van het effluent neemt toe, waardoor dit hergebruikt kan worden voor bijvoorbeeld industriële processen, landbouwwatervoorziening of grondwateraanvulling.

Effluentstromen vormen een significante en constante bron van zoetwater en kunnen in potentie bijdragen aan de zoetwatervoorziening voor verschillende sectoren en zo als alternatief dienen voor grondwater [1], [2]. De druk op het grondwater kan zo worden verlaagd. Effluentstromen kunnen echter niet zonder meer worden benut voor een sector zonder de effecten op andere sectoren te beschouwen. Kansrijke opties voor hergebruik van effluent moeten aan verschillende randvoorwaarden voldoen. Sluiten watervraag en –aanbod op elkaar aan, of is er een *mismatch* in ruimte en tijd? Voldoet de samenstelling van het water aan de kwaliteitseisen voor hergebruik? Wat zijn de (maatschappelijke) kosten en baten? Leidt hergebruik van water voor de ene sector tot tekorten bij een andere? Het is daarom van belang waterstromen vanuit de waterketen en in het watersysteem in samenhang te beschouwen. Kansen en knelpunten van de huidige situatie moeten worden gekwantificeerd, evenals de opties die ontstaan als RWZI's gaan fungeren als waterfabrieken. De

belangrijkste randvoorwaarde voor hergebruik is waterkwantiteit: is er voldoende effluent beschikbaar om aan de watervraag in kwestie te voldoen?

In een samenwerking van STOWA en het programma Water in de Circulaire Economie (WiCE) bij KWR [3] is de potentie verkend van regionaal, grootschalig effluenthergebruik. Uitgangspunt hierbij is dat de RWZI als waterfabriek ‘waterkwaliteit op maat’ levert. Met waterschap Aa en Maas en Hoogheemraadschap van Delfland zijn voor twee casusgebieden op stroomgebiedsniveau de waterstromen in kaart gebracht, met nadruk op watergebruik als gevolg van menselijk handelen. Het doel hiervan is inzicht te krijgen in de mogelijkheden en beperkingen van effluenthergebruik, met het oog op de waterbeschikbaarheid. Dit artikel presenteert de aanpak en de belangrijkste resultaten uit het onderzoek. De achterliggende studie [4] is openbaar beschikbaar via de website van STOWA [5].

Verkenning van de potenties aan de hand van casusstudies

De eerste stap voor het verkennen van de potentie van effluenthergebruik is het in beeld brengen van watervraag en –aanbod (watervolumes) op gebiedsniveau. Dit is gedaan in een casusgebied in ‘Hoog Nederland’ en een in ‘Laag Nederland’. De casusgebieden hebben uiteenlopende landschappelijke en waterhuishoudkundige kenmerken, met als gevolg verschillende vraagstukken rondom (toekomstig) waterbeheer. In samenwerking met waterschappen, drinkwaterbedrijven en provincies zijn recente gegevens verzameld, waarmee de referentiesituatie van het watersysteem is vastgesteld met het waterbalansmodel WEAP (*Water Evaluation and Planning*). Vervolgens zijn per casus drie opties voor waterhergebruik verkend. De focus in de analyses ligt op waterkwantiteit:

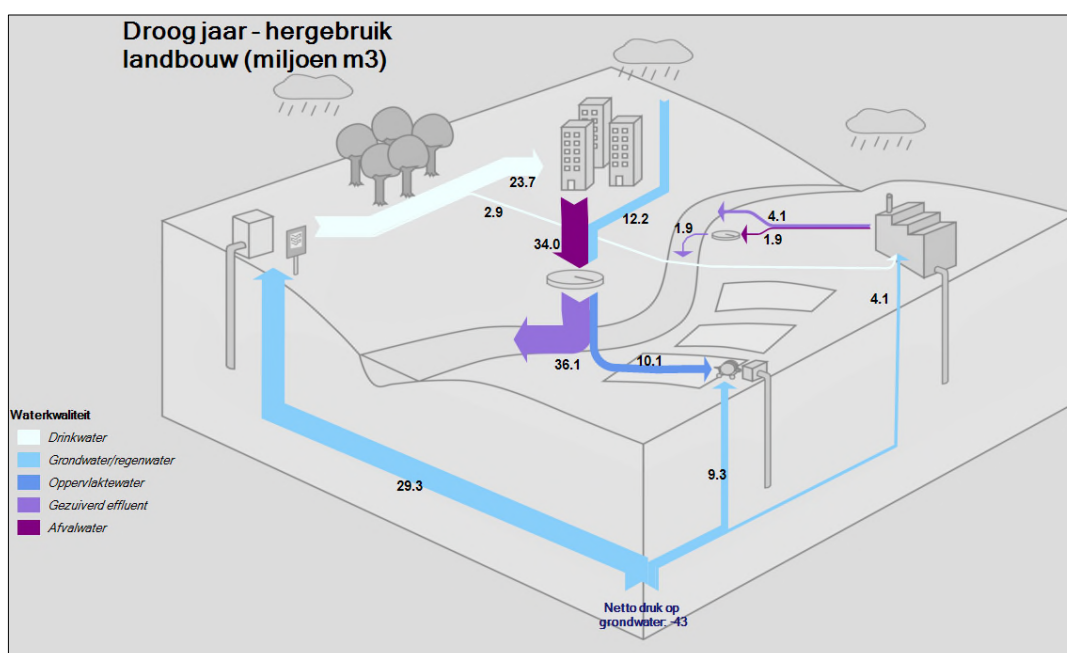
- hoe groot is het aanbod van effluent en wat is de spreiding (in tijd en plaats)?
- welk deel van de bestaande watervraag van sectoren kan hiermee worden opgevangen?
- welk deel van het effluent kan verantwoord worden benut, zonder negatieve effecten voor andere gebruiksfuncties?
- wat is in potentie het netto effect van hergebruik op het verminderen van de druk op het grond- en oppervlaktewater?

De resultaten zijn vervolgens gevisualiseerd met behulp van Sankey-stroomdiagrammen. Hierbij is de dikte van de verbindende pijlen tussen vraag en aanbod een maat voor de grootte van een waterstroom; de kleur van de pijl geeft een indicatie van de waterkwaliteit (zie afbeelding 1 voor een voorbeeld). Parallel aan dit onderzoek is met de tool AquaVest een verkennende kostenoptimalisatie uitgevoerd voor de casus Hoog Nederland. Resultaten hiervan zijn te vinden in [6].

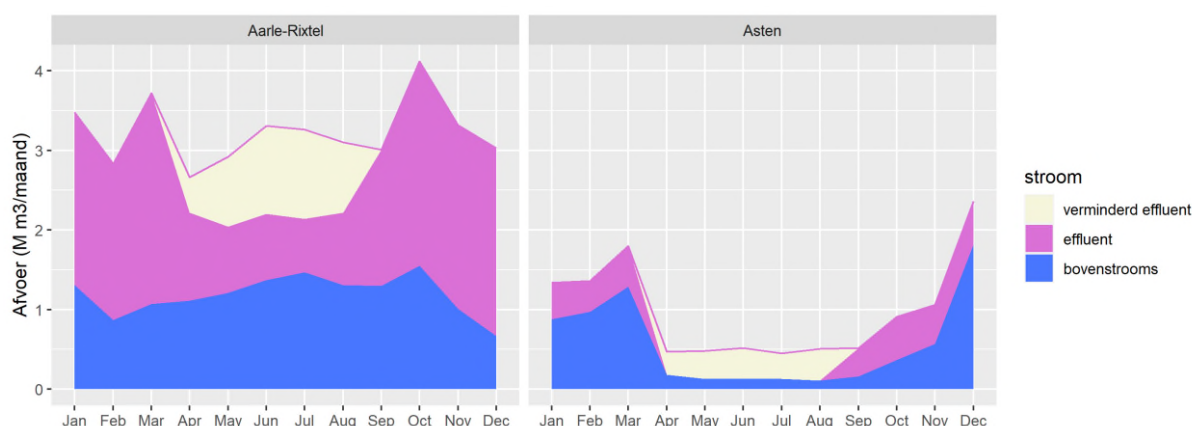
De aanpak en de resultaten uit de casussen zijn gebruikt om een handelingskader op te stellen. Volgens een gestandaardiseerde methode, bestaande uit zeven stappen, kunnen waterbeheerders kansen en knelpunten van grootschalig effluenthergebruik in andere gebieden verkennen. Tot slot zijn de resultaten vertaald naar een landelijk perspectief op effluenthergebruik. Hierin beschouwen we ook het belang van watersysteemanalyse voor zoetwatervraagstukken in bredere zin. Tijdens het project zijn de (deel)resultaten van de casussen gepresenteerd in een goed bezocht webinar [7], waarin de gebruikte methode is getoond aan, en besproken met, waterbeheerders uit het hele land.

Resultaten: verschillen in gebiedskenmerken leiden tot verschillende potentie van effluenthergebruik

De eerste casus, Hoog Nederland, is uitgevoerd in de regio Veghel-Helmond-Asten, onderdeel van het beheergebied van waterschap Aa en Maas. In het casusgebied bevinden zich vier afvalwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's), waaronder één industriële zuivering (Bavaria). Het belangrijkste vraagstuk in deze regio is de toenemende vraag naar grondwater door menselijk handelen, die in een droog jaar als 2019 ruim 50 miljoen m³ bedraagt. Er zijn drie hergebruiksscenario's opgesteld en doorgerekend: 1) effluent naar landbouw (in plaats van grondwater); 2) effluent naar industrie (in plaats van grondwater of drinkwater); 3) hemelwater naar grondwater (afkoppelen regenwater in plaats van naar de RWZI). In het eerste scenario is vastgesteld dat effluenthergebruik voor landbouw in de omgeving van RWZI's de landbouwwatervraag met 50 procent kan verminderen. Netto betekent dit een potentiële afname van 20 procent van de totale grondwatervraag binnen het casusgebied (afbeelding 1). Wel is gebleken dat de timing van hergebruik ongunstig kan uitpakken voor de afvoer in sloten en beken, en daarmee ook voor de ecologie van waterlopen die in de zomer sterk afhankelijk zijn van geloosd effluent (afbeelding 2). Met afkoppelen van hemelwater (scenario 3) lijkt de kans op dergelijke problemen veel kleiner en kan de netto grondwatervraag met eenzelfde percentage van 20 procent worden verminderd. Hergebruik van effluent in de industrie kan de industriële grondwatervraag met ruim 85 procent verminderen. Doordat de watervraag van deze sector in het casusgebied relatief klein is in vergelijking met andere sectoren, is de potentiële vermindering van de netto druk op het grondwater beperkt.



Afbeelding 1. Sankey-stroomdiagram van de waterstromen (in miljoen m³) in de casus Hoog Nederland in een droog jaar (2019), waarbij effluent deels wordt hergebruikt in de landbouw. Hergebruik levert jaarlijks een 20% reductie op van de netto druk op het grondwater



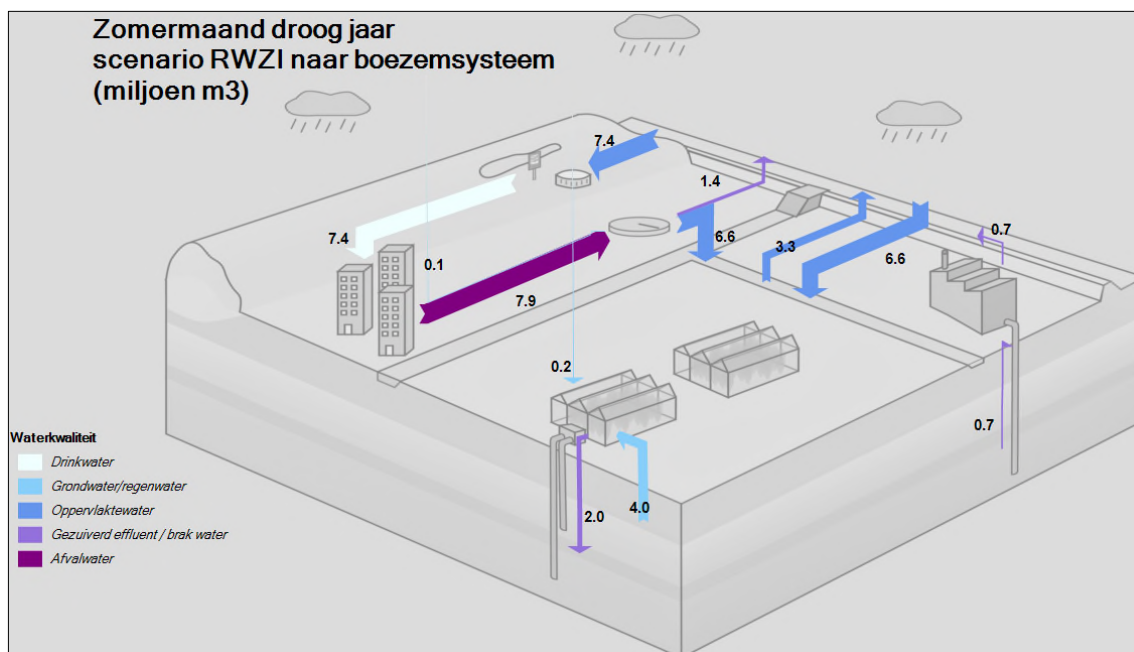
Afbeelding 2. Geschatte afvoer benedenstrooms van twee RWZI-lozingspunten in de casus Hoog Nederland in een droog jaar (2019), waarbij effluent deels wordt hergebruikt in de landbouw. Het effect van verminderde effluentaanvoer (beige vlak) op de afvoer is sterk locatie-afhankelijk

De tweede casus, Laag Nederland, betreft het beheergebied van Hoogheemraadschap van Delfland, met daarin vier RWZI's. De regio kent een grote watervraag door het sterk verstedelijkte karakter, veel verhard oppervlak en weinig mogelijkheden tot berging. Dit leidt ertoe dat het gebied, ondanks een neerslagoverschot, sterk afhankelijk is van externe wateraanvoer, die ruim 100 miljoen m³ per jaar bedraagt. Hiervan is 70 miljoen m³ nodig voor drinkwater en ruim 30 miljoen m³ voor oppervlaktewaterbeheer. Op basis van het droge jaar 2018 zijn drie hergebruikscenario's verkend: 1) effluent als aanvullend gietwater voor de glastuinbouw (in plaats van grondwater); 2) effluent naar oppervlaktewaterbeheer (doorspoeling); 3) aanvoer van effluent in plaats van oppervlaktewater voor drinkwaterproductie.

Vastgesteld is dat er in het casusgebied voldoende effluent beschikbaar is om de huidige grondwatervraag van de glastuinbouw op te vangen, zowel op jaarbasis als per maand. De hoeveelheid effluent is in potentie zelfs genoeg om een groot deel van de externe wateraanvoer voor drinkwaterproductie te vervangen. Voor het oppervlaktewaterbeheer lijkt het effluentaanbod echter niet geheel toereikend tijdens droge perioden in het zomerseizoen (afbeelding 3): op sommige dagen wordt meer extern water voor doorspoeling aangevoerd dan er dagelijks aan effluent beschikbaar is. In beide casussen wordt geconcludeerd dat er op jaarbasis vaak ruim voldoende effluent beschikbaar is voor de watervraag van de onderzochte sectoren. Hergebruik van effluent kan daarmee de vraag naar grond- en oppervlaktewater substantieel verminderen. De verdeling over ruimte en tijd kan echter een belangrijk knelpunt vormen: het effluent is niet altijd op het juiste moment of op de juiste locatie beschikbaar.

Daarnaast kunnen grootschalig hergebruik en de daarmee veranderende waterstromen een impact hebben op het hele watersysteem. Dit kan een kans zijn, omdat er bijvoorbeeld minder grondwater onttrokken wordt, maar ook een knelpunt, omdat er watertekorten ontstaan op andere plekken, bijvoorbeeld in waterlopen met een substantieel aandeel effluent als afvoer. In de toegepaste analyse wordt voor de casussen duidelijk gemaakt waar en wanneer zulke knelpunten optreden (afbeelding 2). Impact (zowel positief als negatief) van waterhergebruik op het watersysteem is vooral te verwachten waar menselijk handelen het natuurlijke watersysteem raakt: denk aan grondwateronttrekkingen die de grondwaterstand beïnvloeden, of lozingen op het oppervlaktewater die invloed hebben op de afvoer van een waterloop. Om mogelijke effecten te kunnen vergelijken is het daarom belangrijk om

inzicht te verschaffen in de doorwerking van waterhergebruik door het gehele watersysteem. Hiervoor biedt het in deze studie toegepaste 'watersysteemdenken'-handvatten.

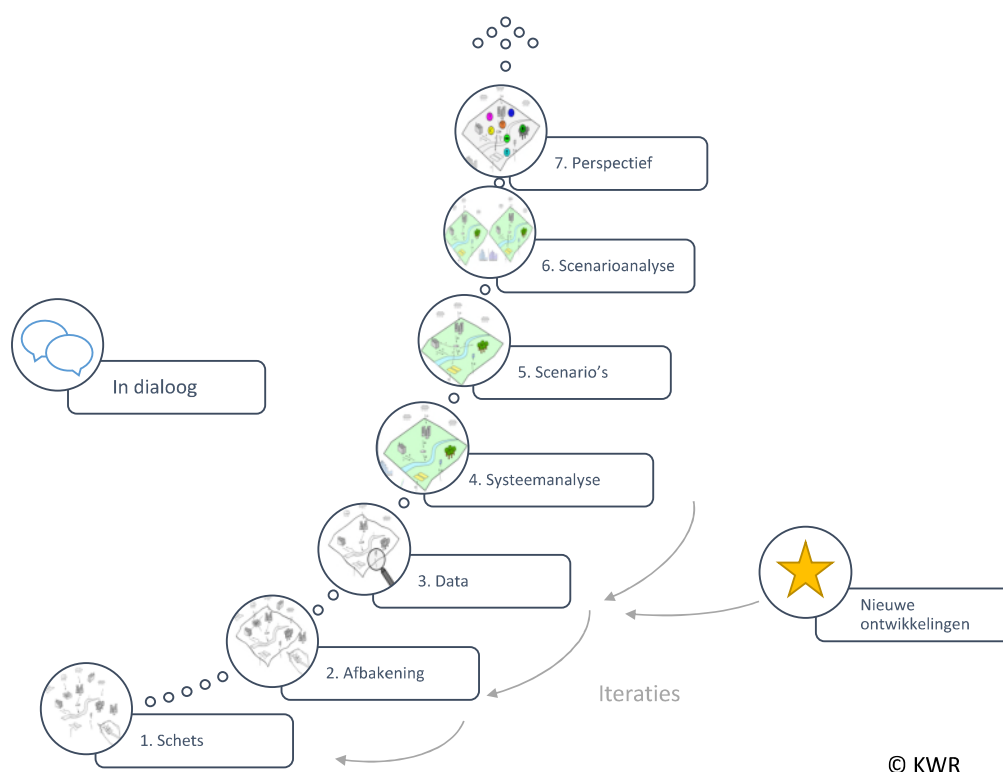


Afbeelding 3. Sankey-stroomdiagram van de waterstromen (in miljoen m³) in de casus Laag Nederland in een droge zomermaand (2018), waarbij effluent deels wordt hergebruikt voor oppervlaktewaterbeheer

Naar een handelingskader voor verkenning van hergebruikopties en een landelijk beeld

Met de bevindingen uit de studies in de casusgebieden is een uniforme methodiek opgesteld, die waterbeheerders kunnen gebruiken voor een eerste verkenning van verschillende opties voor hergebruik. Dit handelingskader is samengevat in zeven stappen (afbeelding 4). De uitwerking van dit handelingskader is te vinden in het onderzoeksrapport [4] en is vrij beschikbaar via STOWA [5].

Ook zijn de bevindingen uit de casusstudies geëxtrapoleerd naar een landelijk beeld (afbeelding 5) van de potentie van effluenthergebruik. Binnen Nederland onderscheiden we drie typen gebieden: 1) Hoog Nederland (vrij afwaterend); 2) Laag Nederland met externe aanvoer van zoetwater; 3) Laag Nederland zonder externe aanvoer van zoetwater. De onderscheiden regio's verschillen in waterhuishoudkundige kenmerken, die van invloed zijn op de potentie voor effluenthergebruik. Inzet van effluent voor watervragen zoals landbouw en oppervlaktewaterbeheer lijken kansrijk, maar piekvragen over een korte periode kunnen knelpunten vormen. Daarnaast geldt voor Hoog Nederland dat beekafvoeren (en daarmee ecologie) lokaal sterk afhankelijk zijn van de aanvoer van effluent (afbeelding 2). Dit stelt grenzen aan de beschikbare hoeveelheid effluent die voor andere toepassingen beschikbaar is. Industriële toepassingen zijn ook kansrijk, vooral daar waar een relatief constante watervraag bestaat op een niet al te grote afstand van een RWZI. Qua volume lijkt hergebruik voor drinkwaterproductie (al dan niet na bodempassage) in veel gebieden kansrijk, maar andere vraagstukken, zoals kwaliteit, bescherming en acceptatie, zullen (vooralsnog) belangrijke knelpunten vormen.



Afbeelding 4. Handelingskader voor verkenning van hergebruiksopties

Conclusie

In deze studie is aangetoond dat de potentie van grootschalig effluenthergebruik vanuit het oogpunt van waterkwantiteit hoog is, maar dat het van belang is steeds de doorwerking van waterhergebruik door het hele watersysteem inzichtelijk te maken. De ontwikkelde methodiek van ‘verbinden van de waterketen en het watersysteem’ biedt waterbeheerders handvatten om relatief eenvoudig een soortgelijke verkenning voor andere locaties uit te voeren. De kansrijke hergebruiksopties kunnen vervolgens verder worden uitgediept, waarbij naast waterkwantiteit ook andere aspecten als waterkwaliteit, *governance*, kosten/baten en regelgeving moeten worden beschouwd. Daarnaast is de methodiek geschikt om een bredere waterketen-watersysteemvisie te ontwikkelen. Hierin kunnen, naast effluenthergebruik, ook andere oplossingsrichtingen voor een duurzaam watersysteem worden verkend. Dit onderzoek draagt hopelijk bij aan de bewustwording rondom het thema hergebruik van effluent als alternatieve bron van zoetwater in alle sectoren. De RWZI kan als waterfabriek bijdragen aan een meer robuuste zoetwatervoorziening, met het watersysteem en de waterketen als één systeem, mits het effluent op een verantwoorde manier wordt ingezet.

Hergebruik van effluent

Eerste schets van kansen en knelpunten in de zoetwaterregio's op basis van kwantiteit

Laag Nederland zonder aanvoer zoetwater

Industrie: kansrijk indien voldoende dichtbij RWZI

Landbouw: mogelijk kansrijk; uitdaging m.b.t. zomerpiekvraag (transport en/of berging)

Glastuinbouw: mogelijk kansrijk indien voldoende dichtbij RWZI en uitdaging rondom piekvraag (transport en/of berging)

Drinkwaterproductie: mogelijk kansrijk; buffering t.b.v. kwaliteit nodig

Laag Nederland met aanvoer zoetwater

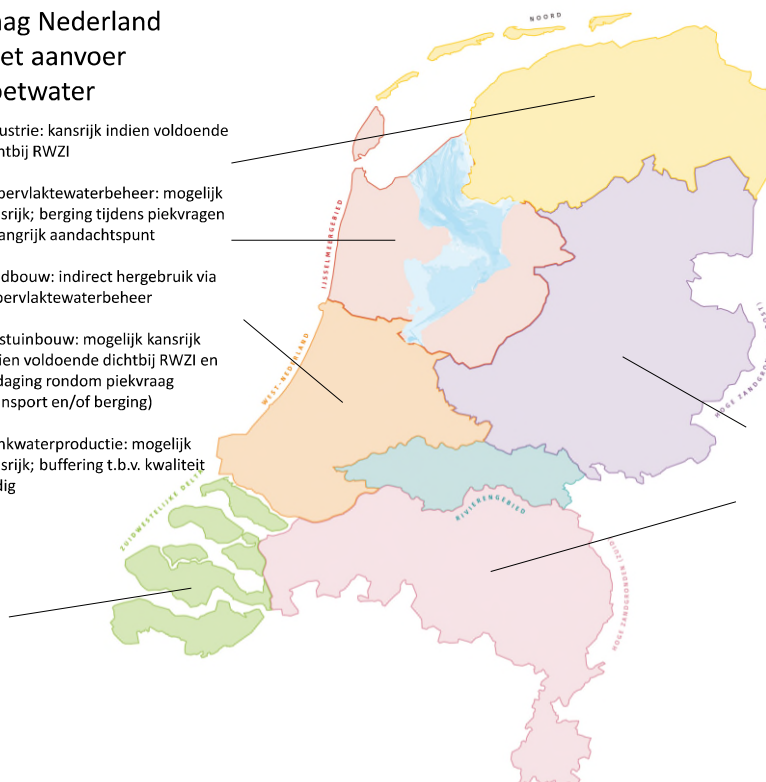
Industrie: kansrijk indien voldoende dichtbij RWZI

Oppervlaktewaterbeheer: mogelijk kansrijk; berging tijdens piekvragen belangrijk aandachtspunt

Landbouw: indirect hergebruik via oppervlaktewaterbeheer

Glastuinbouw: mogelijk kansrijk indien voldoende dichtbij RWZI en uitdaging rondom piekvraag (transport en/of berging)

Drinkwaterproductie: mogelijk kansrijk; buffering t.b.v. kwaliteit nodig



Hoog Nederland

Industrie: kansrijk indien voldoende dichtbij RWZI

Oppervlaktewaterbeheer: gebeurt reeds onbewust; bewuste inzet kansrijk

Landbouw: mogelijk kansrijk; uitdaging m.b.t. zomerpiekvraag (transport en/of berging); beekafvoer is aandachtspunt

Glastuinbouw: mogelijk kansrijk indien voldoende dichtbij RWZI en uitdaging rondom piekvraag (transport en/of berging)

Grondwateraanvulling: kansrijk in de vorm van afkoppelen, afhankelijk van eigenschappen ondergrond en ontwateringsmaatregelen

Drinkwaterproductie: mogelijk kansrijk; buffering t.b.v. kwaliteit nodig, beekafvoer is aandachtspunt

Afbeelding 5. Kansen en knelpunten van hergebruik van effluent voor de verschillende zoetwaterregio's van Nederland

Dankwoord

Het onderzoek 'RWZI als Waterfabriek voor een robuuste zoetwatervoorziening' is gefinancierd door STOWA en het collectief onderzoeksprogramma voor de watersector Water in de Circulaire Economie (WiCE). Ruud Bartholomeus en Klaasjan Raat (KWR) zijn gedurende het project betrokken geweest en leverden constructief commentaar op eerdere versies van dit artikel.

Referenties

1. Roex, E.W.M., Stofberg, S., Cirkel, G., & Bartholomeus, R. (2017). *Deltafact Hergebruik van effluent*.
2. EFGF (2019). *Waterfabriek: De nieuwe bron*. <https://www.efgf.nl/uploads/editor/Waterfabriek.pdf>, geraadpleegd 21 juni 2021.
3. KWR (2021). <https://www.kwrwater.nl/samenwerkingen/collectief-onderzoek-water-circulaire-economie/>, geraadpleegd 21 juni 2021.
4. Krajenbrink, H.J., Stofberg, S., & Bartholomeus, R. (2021). *RWZI als Waterfabriek voor een robuuste zoetwatervoorziening*. STOWA 2021-31, ISBN 978.90.5773.952.1.
5. STOWA (2021). <https://www.stowa.nl/publicaties>, geraadpleegd 8 juli 2021.
6. Disselhoff, D., Kiestra, F., Talsma, M., & Thijssen, N. (2021). 'AquaVest voor systeemoptimalisatie en kosten-baten analyse van waterhergebruik'. *H2O-Online*, nog te verschijnen
7. STOWA (2021). <https://www.stowa.nl/agenda/webinar-de-rwzi-als-waterfabriek-voor-een-robuuste-zoetwatervoorziening>, geraadpleegd 21 juni 2021.